25~48 周龄海兰褐蛋鸡蛋氨酸供给量研究

郭　丹[1,2]　岳洪源[2]　张海军[2*]　王　晶[2]　许　丽[1*]　武书庚[2]　陈正玲[3]　吴传隆[3]

(1.东北农业大学动物营养研究所，哈尔滨 150030；2.中国农业科学院饲料研究所，农业部饲料生物技术重点开放实验室，生物饲料开发国家工程研究中心，北京 100081；3.宁夏紫光天化蛋氨酸有限责任公司，中卫 751700)

摘　要：本试验旨在研究 25~48 周龄海兰褐蛋鸡蛋氨酸（Met）供给量。试验选取整齐度 92%、24 周龄海兰褐蛋鸡 720 羽，随机分为 6 组，每组 6 个重复，每个重复 20 羽。试验采用玉米－豆粕型饲粮，对照组不添加 *DL*－Met（Met 含量 0.25%），其余各组 Met 含量分别为 0.31%、0.35%、0.39%、0.43%和 0.47%。试验期 24 周。结果表明：1）随饲粮 Met 水平提高，蛋鸡产蛋率、日产蛋量显著提高（$P<0.05$），料蛋比显著降低（$P<0.05$），其中以 0.35%和 0.39%Met 组效果较佳；平均日采食量及平均蛋重也有改善，但无显著差异（$P>0.05$）。2）二次曲线分析显示，以产蛋率、日产蛋量和料蛋比为评价指标，试验期 1~8 周和 9~24 周蛋鸡 Met 供给量分别为 0.36%和 0.38%。3）试验 4 周，饲粮 Met 水平对血浆总蛋白（TP）含量无显著影响（$P>0.05$）；0.31%、0.39%和 0.43%Met 组血浆白蛋白（ALB）含量显著高于对照组（$P<0.05$）。试验 8 周，饲粮 Met 水平对血浆 TP、ALB 和尿酸（UA）含量均未见显著影响（$P>0.05$）。试验 24 周，饲粮 Met 水平对蛋鸡血浆 TP 和 UA 含量未见显著影响（$P>0.05$）。结果提示，25~32 周龄与 33~48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量分别为 0.36%和 0.38%。

关键词：*DL*－蛋氨酸；蛋鸡；生产性能；血液生化

中图分类号：S815.1；S831.5　　文献标识码：A　　文章编码：1006-267X（2016）00-0000-00

蛋氨酸（methionine，Met）是禽类第一限制性氨基酸，对蛋鸡的生长、生产和健康均具有重要作用。Met 可提高产蛋率、日产蛋量，改善蛋鸡生产性能和蛋品质，但因植物性饲料原料 Met 含量低，蛋鸡饲料配方常需补充晶体 Met。蛋鸡饲料中补充 Met，可平衡蛋鸡饲粮氨基酸，改善蛋鸡蛋白质营养和生产性能；促进鸡体重缓慢增长，提高产蛋率、平均蛋重

收稿日期：2015－10－09

基金项目：现代农业产业技术体系（CARS-41-K13）；家禽产业技术体系北京市创新团队（CARS-PSTP）

作者简介：郭　丹(1991－)，女，内蒙古包头人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: guodan54_1991@163.com

*通信作者：张海军，副研究员，硕士生导师，E-mail: zhanghaijun@caas.cn；许　丽，教授，博士生导师，E-mail: xuli_19621991@163.com

和日产蛋量，降低采食量和料蛋比[1]；同时，Met 参与甲基转移，具有解毒、抗活性氧和维持细胞内氧化还原平衡的作用，以及提高机体免疫的功能，但并非添加越多越好。通过多元非线性模型估算，蛋鸡获得最大产蛋量和最佳饲料效率需要的可消化 Met 分别为 356 和 390 mg/d[2]；通过二次建模得到 46～53 周龄黄羽肉种鸡在最大产蛋量和最大蛋重时的 Met 需要量分别为 507 和 494 mg/d[3]。关于 Met 需要量，生产上多采用 NRC（1994）推荐量（0.30%）或者国标（NY/T 33—2004）推荐量（0.34%）。然而，随着养禽业的发展、遗传育种的进步，蛋鸡对营养素的需要量发生了变化，重新研究第一限制性氨基酸的需要量具有理论和应用价值。因此，本试验通过研究 25～48 周龄海兰褐鸡的产蛋率、日产蛋量、料蛋比、平均蛋重等指标对饲粮 Met 水平的反应，以评估产蛋高峰期蛋鸡 Met 供给量。

1 材料与方法

1.1 Met样品

DL－Met（DLM，纯度99%）由宁夏紫光天化蛋氨酸有限责任公司提供。

1.2 试验动物

将采食正常、体重相近的健康开产海兰褐蛋鸡 720 羽（24 周龄、体重整齐度 92%）随机分为 6 组[各组间鸡的体重、产蛋率、平均蛋重等差异不显著（P<0.05）]，每组 6 个重复，每个重复 20 只鸡，每 4 只鸡 1 个单笼（40 cm×37 cm×40 cm）。试验包括预试期 1 周和正试期 24 周，预试期饲喂正常的蛋鸡全价料，1 周内逐渐换为参试饲粮。

1.3 试验设计

试验采用单因子随机区组设计，对照组（Ⅰ组）不添加晶体 DLM（Met 含量 0.25%），另外 5 组添加 DLM 使饲粮 Met 含量分别达到 0.31%、0.35%、0.39%、0.43%和 0.47%（Ⅱ组～Ⅵ组）。试验尽可能使每个重复分开，使 6 个组的重复均匀地分布在鸡舍。

在参照 NRC（1994）和 NY/T 33—2004 的基础上，结合海兰褐产蛋鸡饲养手册，配制玉米－豆粕饲粮，试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis) %

项目 Items	Met 水平 Met levels/%					
	0.25	0.31	0.35	0.39	0.43	0.47
原料 Ingredients						
玉米 Corn	63.56	63.21	63.25	63.08	63.20	63.01

豆粕 Soybean meal	23.80	24.26	24.40	25.35	25.75	25.70
花生粕 Peanut meal	2.00	1.55	1.35	0.45		
豆油 Soybean oil	0.17	0.35	0.33	0.41	0.40	0.50
石粉 Limestone	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
氯化胆碱 Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
预混料 Premix[1)]	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
植酸酶 Phytase	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
酵母培养物 Yeast culture	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
DL－蛋氨酸 *DL*-Met		0.06	0.10	0.14	0.18	0.22
沸石粉 Zeolite		0.10	0.10	0.10		0.10
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养成分 Nutrient levels[2)]						
粗蛋白质 CP	16.69	16.70	16.71	16.70	16.70	16.71
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.26	11.28	11.26	11.26	11.26	11.27
总磷 TP	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
钙 Ca	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08
赖氨酸 Lys	0.86	0.86	0.86	0.87	0.88	0.88
蛋氨酸 Met	0.24	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46
蛋氨酸+胱氨酸 Met+Cys	0.49	0.55	0.59	0.63	0.67	0.71

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kilogram of diet：VA 12 500 IU，VD_3 4 125 IU，VE 15 IU，VK 2 mg，硫胺素 thiamine 1 mg，核黄素 riboflavin 8.5 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 50 mg，烟酸 nicotinic acid 32.5 mg，吡哆醇 pyridoxine 8 mg，生物素 biotin 2 mg，叶酸 folic acid 5 mg，VB_{12} 5 mg，胆碱 choline 500 mg，Mn 65 mg，I 1 mg，Fe 60 mg，Cu 8 mg，Zn 66 mg，Se 0.3 mg。

[2)]代谢能、总磷为计算值，其余为实测值。ME and TP were calculated values, while the others were measured values.

1.4 饲养管理

采用半开放式鸡舍 3 层立体笼养，每排相连的 5 个鸡笼为 1 个重复，每笼 4 只鸡，各重复平均分布在 4 排阶梯式笼养架上。早晚补光，光照时间控制为 16 h 光照 8 h 黑暗（16L∶8D），光照强度 20 lx。自然通风和负压通风相结合。饲喂干粉料，自由采食，每天 08：00 和 14：00 各喂料 1 次；乳头式饮水器，自由饮水；每日 13：00 捡蛋 1 次，并记录相关数据。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 生产性能

以重复为单位记录每天产蛋数、产蛋量和死亡鸡数，每 2 周记录鸡的耗料量 1 次。计算每 2 周和全期的产蛋率、平均日采食量（ADFI）、料蛋比、平均蛋重及日产蛋量等指标。

1.5.2 血液生化指标

试验期的第 4、8 和 24 周末，翅静脉采血 3 mL，抗凝管存放，3 000 r/min 离心 10 min 制备血浆，上清液装于 1.5 mL Eppendorf 管中，－20 ℃保存。血浆总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）和尿酸（UA）含量采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒，在 CHEM－5 型半自动生化分析仪上测定。

1.6 数据统计

采用 SPSS 16.0 软件的单因子方差分析（one-way ANOVA）程序进行统计分析，用 Duncan 氏法进行多重比较，对单一水平试验组与对照组之间的差异采用 *t* 检验分析，$P<0.05$ 为差异显著，各数据采用“平均值±标准差”表示，并通过拟合二次曲线得出 Met 供给量。

2 结果与分析

2.1 生产性能

经统计分析可知，试验期 1~8 周蛋鸡生产性能未见显著差异（$P>0.05$），试验期第 9 周开始初步显示出 Met 的累积效应，因此试验结果按试验期 1~8 周和 9~24 周 2 个阶段进行分析。

2.1.1 试验期 1～8 周蛋鸡生产性能

由表 2 可知，试验期 1～8 周，各组间蛋鸡产蛋率、ADFI、料蛋比、平均蛋重及日产蛋量均无显著差异($P>0.05$)。Ⅱ组、Ⅲ组和Ⅳ组产蛋率均高于Ⅰ组，但差异不显著($P>0.05$)。Ⅰ组 ADFI 最高，Ⅲ组最低，各组间差异不显著($P>0.05$)。Ⅰ组料蛋比最高，*t* 检验表明，Ⅲ组料蛋比显著低于Ⅰ组（$P=0.011$）。各试验组平均蛋重和产蛋量均高于Ⅰ组，Ⅲ组最高，但各组间差异不显著($P>0.05$)。结果提示，25～32 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量约为 0.35%。

表 2 Met 对 25～32 周龄海兰褐蛋鸡生产性能的影响

Table 2　Effects of Met on performance of Hy-Line Brown laying hens from 25 to 32 weeks of age

组别 Groups	产蛋率 Egg-laying rate/%	平均日采食量 ADFI/g	料蛋比 Feed/egg	平均蛋重 Average egg weight/g	日产蛋量 Daily egg production/g
Ⅰ	86.75±3.96	119.48±3.65	2.36±0.11	58.02±0.84	49.49±2.15
Ⅱ	88.77±3.72	118.25±2.17	2.33±0.11	58.36±0.95	50.97±2.37
Ⅲ	89.19±2.35	116.01±2.11	2.21±0.03	58.41±0.59	52.81±1.43
Ⅳ	87.68±2.35	117.85±2.66	2.26±0.11	58.31±1.19	51.01±3.15
Ⅴ	86.57±4.15	117.94±5.71	2.34±0.12	58.35±0.88	50.20±2.92
Ⅵ	86.03±2.17	116.42±3.31	2.33±0.08	58.20±0.85	49.56±1.59
P 值 *P*-value	0.668	0.216	0.151	0.831	0.178

同列数据肩标不同字母表示差异显著（$P<0.05$）。下表同。

In the same column, values with different letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

2.1.2　试验期 9～24 周蛋鸡生产性能

由表 3 可知，试验期 9～24 周，饲粮 Met 水平对产蛋率、ADFI 和平均蛋重无显著影响（$P>0.05$）。各试验组产蛋率较Ⅰ组均有改善，且随饲粮 Met 水平提高，产蛋率先升后降；Ⅲ组产蛋率最高，*t* 检验表明，显著高于Ⅰ组（$P=0.011$）。各试验组 ADFI 均低于Ⅰ组，Ⅲ组最低，但差异不显著（$P>0.05$）。各试验组料蛋比较Ⅰ组也有不同程度改善，Ⅲ组、Ⅳ组分别比Ⅰ组降低了 9.87%（$P<0.05$）和 7.30%($P<0.05$)，但进一步提高饲粮 Met 水平，料蛋比呈升高趋势，这初步显示出了 Met 的累积效应。饲粮 Met 水平提高对试验期 9～24 周平均蛋重无显著影响（$P>0.05$），但与Ⅰ组相比各试验组平均蛋重均有提高，其中Ⅵ组最大。Ⅲ组、Ⅳ组和Ⅴ组日产蛋量较Ⅰ组分别提高了 7.85%（$P<0.05$）、8.52%($P<0.05$)和 7.73%($P<0.05$)，进一步提高 Met 水平反而会降低日产蛋量。结果提示，33～48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量为 0.35%~0.39%。

表 3　Met 对 33～48 周龄海兰褐蛋鸡生产性能的影响

Table 3　Effects of Met on performance of Hy-Line Brown laying hens from 33 to 48 weeks of age

组别 Groups	产蛋率	平均日采食量	料蛋比	平均蛋重	日产蛋量 Daily

	Egg-laying rate/%	ADFI/g	Feed/egg	Average egg weight/g	egg production/g
Ⅰ	83.34±3.29	118.48±5.38	2.33±0.08^{a}	61.15±0.92	50.60±2.60^{b}
Ⅱ	85.74±3.49	118.27±3.57	2.29±0.09^{ab}	61.63±0.94	52.69±2.48^{ab}
Ⅲ	88.31±2.10	116.80±2.01	2.10±0.14^{c}	61.80±0.72	54.57±2.10^{a}
Ⅳ	87.39±5.00	118.15±2.99	2.16±0.11^{bc}	62.11±0.57	54.91±2.99^{a}
Ⅴ	86.36±2.98	117.77±5.43	2.25±0.11^{ab}	62.08±0.79	54.51±1.81^{a}
Ⅵ	85.32±1.66	118.17±5.02	2.26±0.14^{ab}	61.58±0.69	52.97±1.00^{ab}
P 值 *P*-value	0.173	0.990	0.025	0.311	0.024

2.1.3　试验期 1～24 周蛋鸡生产性能

由表 4 可知，整个试验期 Met 对产蛋率、ADFI 和平均蛋重无显著影响（*P*>0.05）。各试验组产蛋率较Ⅰ组均有提高，*t* 检验表明，Ⅲ组显著高于Ⅰ组（*P*=0.031），提高了 5.19%。各试验组 ADFI 较Ⅰ组均有不同程度地降低。随饲粮 Met 水平提高，试验组平均蛋重也有不同程度地改善，Ⅴ组平均蛋重最大，但进一步提高 Met 水平无益。Ⅲ组料蛋比显著低于Ⅰ组、Ⅱ组、Ⅴ组和Ⅵ组（*P*<0.05），分别降低了 9.32%、8.55%、7.76%和 6.55%。Ⅲ组、Ⅳ组和Ⅴ组日产蛋量均显著高于Ⅰ组（*P*<0.05），分别提高了 7.98%、7.34%和 6.80%。结果提示，25～48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量为 0.35%~0.39%。

表 4　Met 对 25～48 周龄海兰褐蛋鸡生产性能的影响

Table 4　Effects of Met on performance of Hy-Line Brown laying hens from 25 to 48 weeks of age

组别 Groups	产蛋率 Egg-laying rate/%	平均日采食量 ADFI/g	料蛋比 Feed/egg	平均蛋重 Average egg weight/g	日产蛋量 Daily egg production/g
Ⅰ	84.28±3.613	118.76±4.03	2.36±0.08^{a}	59.70±1.23	50.01±2.48^{b}
Ⅱ	84.80±2.99	118.46±2.55	2.34±0.12^{a}	60.54±0.92	51.90±2.40^{ab}
Ⅲ	88.65±1.20	116.54±1.69	2.14±0.10^{b}	60.67±0.65	54.00±1.78^{a}
Ⅳ	87.41±2.77	118.34±2.09	2.23±0.12^{ab}	60.83±1.22	53.68±3.12^{a}
Ⅴ	86.60±2.79	117.25±4.83	2.32±0.13^{a}	60.90±1.17	53.41±1.79^{a}
Ⅵ	85.19±1.44	117.25±3.13	2.29±0.11^{a}	60.40±0.60	51.75±1.20^{ab}

P 值 *P*-value	0.059	0.862	0.021	0.362	0.037

2.2　血液生化指标

由表 5 可知，试验 4 周，饲粮 Met 水平未显著影响血浆 TP 含量（P>0.05），Ⅴ组 TP 含量最高；Ⅱ组、Ⅳ组和Ⅴ组血浆 ALB 含量显著高于Ⅰ组（P<0.05）；Ⅴ组血浆 UA 含量最低，Ⅵ最高。试验 8 周，饲粮 Met 水平未显著影响血浆 TP、ALB 和 UA 含量（P>0.05），Ⅲ组血浆 TP 含量最高，Ⅳ组血浆 ALB 含量最高，Ⅴ组 UA 含量最高。试验 24 周，饲粮 Met 水平未显著影响血浆 TP 和 UA 含量（P>0.05），Ⅴ组血浆 ALB 含量最低，较Ⅰ组存在显著差异（P<0.05）。综上，0.35%~0.43% Met 可满足 25~48 周龄海兰褐蛋鸡需要。

表 5　Met 对海兰褐蛋鸡血液生化指标的影响

Table 5　Effects of Met on blood biochemical indices of Hy-Line Brown laying hens

组别 Groups	4 周 Four weeks			8 周 Eight weeks			24 周 Twenty four weeks		
	总蛋白 TP/(g/L)	白蛋白 ALB/(g/L)	尿酸 UA/(U/L)	总蛋白 TP/(g/L)	白蛋白 ALB/(g/L)	尿酸 UA/(U/L)	总蛋白 TP/(g/L)	白蛋白 ALB/(g/L)	尿酸 UA/(U/L)
Ⅰ	45.02±5.85	17.91±1.56[b]	214.20±46.98[bc]	53.31±5.32	19.39±2.53	203.67±78.60	52.50±6.68	22.89±1.42[a]	208.25±12.28
Ⅱ	47.06±2.93	21.42±2.00[a]	259.60±49.85[ab]	52.65±6.94	20.54±1.06	190.60±69.39	50.18±8.07	22.71±1.04[a]	195.00±57.97
Ⅲ	44.48±3.48	19.27±1.76[ab]	233.50±48.90[abc]	53.92±3.13	21.47±2.73	209.25±81.85	50.88±7.73	21.43±2.24[ab]	173.00±61.61
Ⅳ	48.95±5.02	20.74±1.17[a]	203.50±47.97[bc]	52.47±5.38	22.50±1.96	185.17±37.93	47.71±5.01	20.62±1.93[abc]	169.00±39.76
Ⅴ	49.60±5.93	21.07±1.56[a]	166.67±36.35[c]	50.37±5.55	20.86±1.32	226.00±50.29	43.65±5.17	18.89±1.61[c]	194.75±57.51
Ⅵ	47.50±3.92	20.01±1.68[ab]	299.75±88.63[a]	48.32±4.52	20.09±1.67	150.83±25.04	45.29±8.33	19.11±1.97[bc]	168.17±62.11
P 值 *P*-value	0.386	0.028	0.011	0.538	0.134	0.373	0.326	0.003	0.783

2.3　二次方程拟合产蛋高峰期 Met 供给量

由表 2 可知，单因素方差分析表明饲粮 Met 水平并未对试验期 1~8 周海兰褐蛋鸡产蛋性能产生显著影响（P>0.05），但经 t 检验显示，Ⅲ组料蛋比显著低于Ⅰ组（P<0.05），因此

对试验期 1~8 周料蛋比数据进行了二次曲线拟合。

由表 3 可知，单因素方差分析表明饲粮 Met 水平对试验期 9~24 周海兰褐蛋鸡产蛋率、ADFI 及平均蛋重均无显著影响（P>0.05），对料蛋比及日产蛋量存在显著影响（P<0.05）。经 t 检验显示，III组产蛋率显著高于Ⅰ组（P<0.05）。因此，对试验期 9~24 周产蛋率、料蛋比及日产蛋量进行了二次曲线拟合。

由表 4 知，单因素方差分析表明饲粮 Met 水平对试验期 1~24 周海兰褐蛋鸡产蛋率、ADFI 及平均蛋重均无显著影响（P>0.05），对料蛋比及日产蛋量有显著影响（P<0.05）。经 t 检验显示，III组产蛋率显著高于Ⅰ组（P<0.05）。因此，对试验期 1~24 周产蛋率、料蛋比及日产蛋量进行了二次曲线拟合。

试验各阶段各观测指标的二次曲线拟合方程见表 6。试验期 1~8 周料蛋比拟合的二次曲线(P<0.05)符合二次曲线模型，计算 Met 供给量为 0.36%。因此，25～32 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量为 0.36%；试验期 9～24 周产蛋率、料蛋比和日产蛋量符合二次曲线模型（P<0.05），拟合曲线表明，Met 供给量分别为 0.38%、0.37%和 0.39%。综合得出，33～48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量为 0.38%；试验期 1～24 周产蛋率、料蛋比和日产蛋量均符合二次曲线模型（P<0.05），拟合曲线表明，Met 供给量分别为 0.37%、0.37%和 0.38%。综合得出，25～48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量为 0.37%。

表 6　25~48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量

Table 6　Met supply quantity of Hy-Line Brown laying hens from 25 weeks to 48 weeks of age

试验期 Experiment period	评价指标 Evaluating indicator	方程 Equation	P 值 P-value	R^2	Met 水平 Met level/%
1~8 周 1 to 8 weeks	料蛋比 Feed/egg	y=7.604 2x^2－5.547 5x+3.275 5	0.028	0.568	0.36
	产蛋率 Egg-laying rate/%	y= －276.39x^2+207.65x+48.587	0.015	0.901	0.38
9~24 周 9 to 24 weeks	料蛋比 Feed/egg	y=11.371x^2－8.520 8x+3.765 9	0.005	0.620	0.37
	日产蛋量 Daily egg production/g	y=－228.19x^2+177.11x+20.346	0.003	0.954	0.39

1~24 周 1 to 24 weeks	产蛋率 Egg-laying rate/%	$y=-234.20x^2+175.38x+54.598$	0.007	0.662	0.37
	料蛋比 Feed/egg	$y=8.942\ 0x^2-6.686\ 1x+3.481\ 5$	0.018	0.405	0.37
	日产蛋量 Daily egg production/g	$y=-231.38x^2+176.31x+20.163$	0.003	0.929	0.38

3 讨 论

3.1 饲粮 Met 水平对蛋鸡生产性能的影响

作为家禽的第一限制性氨基酸，Met 对家禽生产起着重要作用。本试验结果显示，III组 25~32 周龄海兰褐蛋鸡产蛋率、ADFI、料蛋比、平均蛋重及日产蛋量均最佳；33~48 周龄海兰褐蛋鸡以产蛋率、ADFI、料蛋比、平均蛋重和日产蛋量为评价指标，0.35%~0.39%Met 对蛋鸡的饲喂效果较好。同时，随饲粮 Met 水平提高，蛋鸡产蛋率、日产蛋量及平均蛋重均呈现先升高后降低的趋势。研究表明，适宜添加 Met 在一定程度上可提高蛋鸡产蛋率、日产蛋量、平均蛋重，降低 ADFI 和料蛋比，改善蛋鸡生产性能，而 Met 缺乏或过量都会对生产性能造成不利影响[4]。本试验 I 组和VI组的生产性能均略差于其他组，与上述结果一致。

研究表明，Met 水平略高于 NRC（1994）有利于动物生长[5]。本试验通过二次方程拟合得出，25~32 周龄、33~48 周龄海兰褐蛋鸡生产性能最佳时，Met 供给量为 0.36%、0.38%，均高于 NRC(1994)0.30%和国标（NY/T 33—2004）0.34%的推荐量。布朗尼克蛋鸡 26～34 周龄获得最大产蛋量时，可消化 Met 需要量分别为 421（夏季）和 360 mg/d（冬季）[6]，这与本试验 25~32 周龄 Met 供给量（0.36%×116 g=417 mg/d）相当。Fisher 等[7]通过饲喂等热量无氮混合物稀释的高蛋白质饲粮，估算出产蛋早期最大产蛋量所需 Met 为 275 mg/d。Strathe 等[2]通过建立多元非线性混合效应模型，分析 23 份试验结果，估算出最大产蛋量时 Met 需要量为 356 mg/d，达到最大饲料利用率时 Met 需要量为 390 mg/d。Lemme[8]通过分析 19 份试验结果得出，能量为 11.82 MJ/kg 时，Met 平均摄入量为 415 mg/d，而该值已超出推荐值（390 mg/d）的 6.41%。Joly[9]建议蛋鸡 Met 摄入量应为 420 mg/d。刘庚[10]、Bregendahl 等[11]、Jais 等[12]、Coon 等[13]、Leeson 等[14]、Rostagno[15]通过试验确定理想氨基酸模式得出理想 Met 比例也均超出 NRC 推荐比例，以上结果与本试验结果一致。

3.2 饲粮 Met 水平对蛋鸡血液生化指标的影响

血浆 TP 及 ALB 在一定程度上代表了饲粮中蛋白质是否满足动物需求以及动物对蛋白质的消化吸收程度[16]。血浆 TP 也是蛋白质代谢旺盛的表现指标，其可以反映饲粮氨基酸的

平衡及蛋白质利用程度。血浆 TP 含量越高，组织蛋白质合成越强，越能促进组织器官的生长。本试验 4 周，Ⅲ组~Ⅴ组血浆 TP、ALB 含量处于较高水平，表明在该 Met 水平下，鸡只生长状态良好，组织蛋白质代谢旺盛，利于鸡只生长发育；试验 8 周，饲粮 Met 水平为 0.35%和 0.39%时，血浆 TP 和 ALB 含量处于较高水平，表明在该 Met 水平下，鸡只生长状态最佳；试验 24 周，饲粮 Met 水平为 0.35%和 0.39%时，血浆 TP 和 ALB 含量相对较高，说明该阶段 0.35%~0.39%Met 可满足动物生长需要，该供给量与本试验生产性能最佳供给量相吻合。此外，Met 作为第一限制性氨基酸，摄入量不足会导致蛋白质合成受阻，血浆 TP 含量降低、UA 含量增加[17–18]，这与本试验得出的结果相符。

动物机体中未被利用的氨基酸在肝脏中分解成氨和碳架，其中氨在肝脏中被合成 UA 或尿素氮后释放进入血液。UA 是禽类氮代谢的最终产物，血浆中的 UA 可以较准确地反映动物体蛋白质代谢的情况和氨基酸平衡情况[19]。本试验 4、8 和 24 周血浆 UA 含量在 Met 水平为 0.35%~0.43%内处于中间值，说明这个区间氨基酸利用率高，Met 供给量可满足需要量。此外，Miles 等[18]指出，血浆 UA 对于衡量氨基酸需要量具有潜在价值。研究指出，血浆 UA 含量越低，说明蛋白质利用率越高，蛋白质的合成代谢越强，饲粮氨基酸组成越平衡；如果饲粮中必需氨基酸不足或氨基酸不平衡时，则会引起蛋白质的分解，导致血浆 UA 含量增加[20]，这与本试验结果相符。

4 结 论

25~32 周龄、33~48 周龄海兰褐蛋鸡 Met 供给量分别为 0.36%和 0.38%。

参考文献：

[1] 周长海,贾友刚,齐淑艳,等.冬季常温鸡舍条件下 *DL*–蛋氨酸及羟基类似物对蛋鸡产蛋性能的影响[J].中国家禽,2010,32(20):19–21,25.

[2] STRATHE A B,LEMME A,HTOO J K,et al.Estimating digestible methionine requirements for laying hens using multivariate nonlinear mixed effect models[J].Poultry Science,2011,90(7):1496–1507.

[3] 洪平,蒋守群,胡友军,等.46~53周龄黄羽肉种鸡蛋氨酸需要量研究[J].中国畜牧杂志,2013,49(23):31–35.

[4] HE J H,LI J B,GAO F X,et al.Dietary methionine requirement of the Chinese egg-laying duck[J].British Poultry Science,2003,44(5):741–745.

[5] 宋丹,李连彬,周梁,等.5~8周龄京红蛋鸡饲粮蛋氨酸需要量的研究[J].畜牧兽医学报,2014,45(11):1799–1808.

[6] VAN KRIMPEN M M,BINNENDIJK G P,OGUN M A,et al.Responses of organic housed laying hens to dietary methionine and energy during a summer and winter season[J].British Poultry Science,2015,56(1):121–131.

[7] FISHER C,MORRIS T R.The determination of the methionine requirement of laying pullets by a diet dilution technique[J].British Poultry Science,1970,11(1):67–82.

[8] LEMME A.Amino acid recommendations for laying hens[J].Lohmann Information,2009,44(2):21–32.

[9] JOLY P.Re-evaluation of amino acids requirements for laying hens Part 1:methionine andcystine requirements[J].ISA Hendrix Genetics,2007:13.

[10] 刘庚.产蛋高峰期蛋鸡理想氨基酸模式的研究[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2012.

[11] BREGENDAHL K,ROBERTS S A,KERR B,et al.Ideal ratios of isoleucine,methionine,methionine plus cystine,threonine,tryptophan,and valine relative to lysine for white Leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age[J].Poultry Science,2008,87:744–758.

[12] JAIS C,ROTH F X,KIRCHGESSNER M.The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets[J].Archiv für Geflügelkunde,1995,59:292–302.

[13] COON C,ZHANG B.Ideal amino acid profile for layers examine[J].Feedstuffs,1999,71(14):13–15,31.

[14] LEESON S,SUMMERS J D.Commercial poultry nutrition[M].3rd ed.Ontario:University Books,2005:398.

[15] ROSTAGNO H S.Brazilian tables for poultry and swine[M].2nd ed.Vicosa,M.G.:Federal de Vicosa University,2005:181.

[16] 张静,闵育娜,刘少凯,等.略阳乌鸡13~18周龄蛋氨酸需要量的研究[J].畜牧与兽医,2015,47(1):9–15.

[17] 徐晓华,马秋刚,王彬,等.HMA对感染IBDV鸡的肝和血清生化指标的影响[J].饲料研究,2013(10):9–12.

[18] MILES R D,FEATHERSTON W R.Uric acid excretion by the chick as an indicator of dietary protein quality[J].Poultry Science,1976,55(1):98–102.

[19] MALMOLF K.Amino acid in farm animal nutrition metabolism,partition and consequences

of imbalance[J].Swedish Journal of Agricultural Research,1988,18(4):191–193.

[20] FEATHERSTON W R.Nitrogenous metabolites in the plasma of chicks adapted to high protein diets[J].Poultry Science,1969,48(2):646–652.

Methionine Allowance for Hy-Line Brown Laying Hens Aged from 25 to 48 Weeks

GUO Dan[1,2] YUE Hongyuan[2] ZHANG Haijun[2*] WANG Jing[2] XU Li[1*] WU Shugeng[2] CHEN Zhengling[3] WU Chuanlong[3]

(1. *College of Animal Science and Technology*, *Northeast Agricultural University*, *Harbin* 150030, *China*; 2. *Feed Research Institute*, *The Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Beijing* 100081, *China*; 3. *Ningxia Unisplendour Chemical Methionine Co.*, *Ltd.*, *Zhongwei* 751700, *China*)

Abstract: The experiment was conducted to evaluate the allowance of methionine (Met) for Hy-Line Brown laying hens from 25 to 48 weeks of age. Seven hundred and twenty Hy-Line Brown laying hens aged at 24 weeks were randomly divided into 6 groups with 6 replicates containing 20 hens each. The Met content of control group without adding *DL*-Met was 0.25%, and Met levels for *DL*-Met addition groups were 0.31%, 0.35%, 0.39%, 0.43% and 0.47%, respectively. The experiment lasted for 24 weeks. The result showed as follows: 1) The increase of Met levels significantly increased egg-laying rate and daily egg production (P<0.05), decreased the ratio of feed to egg (P<0.05), and 0.35% and 0.39% Met supplemental groups got the better effects. The average daily feed intake and average egg weight were also improved but not significantly different (P>0.05). 2) According to quadratic curve estimation of egg-laying rate, daily egg production, the ratio of feed to egg and average egg weight, the optimal Met allowance for laying hens was 0.36% and 0.38%, during the trial period from 1 to 8 weeks and from 9 to 24 weeks respectively. 3) Dietary Met level did not affect plasma total protein (TP) content (P>0.05), but significantly increased plasma albumin (ALB) content when Met at 0.31%, 0.39% or 0.43% level at the end of the fourth week compared with the control group (P<0.05). Dietary Met level did not significantly influence the plasma TP, ALB and urine acid (UA) content s at the end of the eighth week (P>0.05). Dietary Met level did not significantly influence the plasma TP and UA contents at the end of the twenty fourth week (P<0.05). Therefore, these overall results suggested that the allowance of Met for Hi-Line Brown laying hens aged from 25 to 32 weeks and from 33 to 48 weeks may be recommended at 0.36% and 0.38%, respectively.

Key words: *DL*-Met; laying hens; performance; blood biochemistry

*Corresponding author, ZHANG Haijun, associate professor, E-mail: zhanghaijun@caas.cn; XU Li, professor, E-mail: xuli_19621991@163.com

(责任编辑　田艳明)